

# Zariadenia FA pre začiatočníkov (inventory)

Tu je stručný prehľad invertorov pre začiatočníkov.

Tento úvodný kurz je určený pre začiatočníkov, nováčikov v odbore invertorov, je to príležitosť naučiť sa základy invertorov.





Kapitoly tohto kurzu boli zostavené takto.  
Odporúčame vám začať kapitolou 1.

### **Kapitola 1 - Čo sú to invertory?**

Prečítajte si viac o základoch invertorov, vrátane: účelu, praktických aplikácií, konštrukcie, výhod.

### **Záverečný test**

Na úspešné absolvovanie kurzu je potrebných: 60 % alebo viac.

Prejsť na nasledujúcu stranu		Prejsť na nasledujúcu stranu.
Späť na predchádzajúcu stranu		Späť na predchádzajúcu stranu.
Prejsť na požadovanú stranu		Zobrazí sa „Obsah“ a môžete prejsť na požadovanú stranu.
Ukončíte kurz		Ukončíte kurz. Okná, ako je obrazovka „Obsah“ a kurz sa zatvorí.

### Preventívne opatrenia

Pred použitím skutočného hardvéru si prečítajte Preventívne opatrenia v príslušných návodoch a dodržiavajte príslušné bezpečnostné informácie, ktoré sa v nich uvádzajú.

## Kapitola 1 Čo je to inverter?



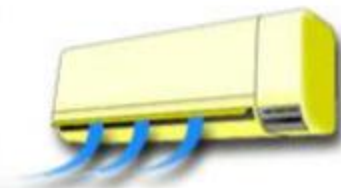
### 1.1 Úloha invertora

V posledných rokoch sa objavuje stále viac a viac výrobkov spotrebnej elektroniky, ktoré v názve používajú slovo „inverter“. Napríklad väčšina klimatizačných zariadení sú dnes „klimatizačné jednotky s inverterom“.

Klimatizačné zariadenia regulujú teplotu pomocou energie, ktorá udržiava cirkuláciu chladiva.

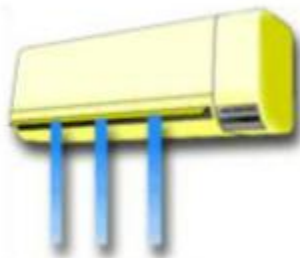
Klimatizácia sa nedá považovať za príliš užitočnú, ak má iba dve nastavenia, chod na plný výkon alebo úplné vypnutie.

Brr! Je príliš zima!



Motor beží na plný výkon

Ale, ak ho vypneme, bude príliš teplo...



Motor je zastavený

Klimatizačné zariadenie môžete nastaviť na požadovanú teplotu, ak dokážete pružne regulovať rýchlosť otáčania motora.

Aha, môžem  
nastaviť čokoľvek  
len chcem!



Ak dokážete zmeniť  
rýchlosť otáčania motora

Stručne povedané, inverter použitý v takejto situácii  
je zariadenie, umožňujúce voľne a spojite, pritom efektívne, meniť rýchlosť otáčania motora.

V invertoroch na priemyselné použitie sa väčšinou používa trojfázový (indukčný) motor s kotvou nakrátko. (Ďalej budeme tento typ motora označovať ako 3-fázový motor alebo jednoducho len motor, aby sme text zjednodušili.)

[Prehľad invertorov]

Invertor

Trojfázový motor

Napájací zdroj



Invertory menia frekvenciu napájacieho napätia privádzaného na motor.

$$\text{Rýchlosť otáčania motora} = \frac{120 \times \text{Frekvencia napájacieho zdroja [Hz]}}{\text{Počet pólův}} \times (1-S) \text{ [r/min]}$$

Synchronná rýchlosť otáčania ( $N_0$ )	$N_0 = (120 \times \text{frekvencia napájacieho zdroja}) / \text{Počet pólův}$
Počet pólův	Je určovaný konfiguráciou motora. Príklad) 4P sa používa na označenie 4-pólového motora.
Preklz (S)	Pri nominálnom režime prevádzky je S zvyčajne okolo 0,03-0,05. Keď je motor zastavený, S je ekvivalentný 1.

Rýchlosť otáčania motora obvykle určuje frekvencia napájacieho napätia pripojená k samotnému motoru a počet pólův motora.

Počet pólův motora sa nedá flexibilne ani spojiť meniť.

Z druhej strany, hoci je frekvencia napájacieho napätia dodávaného rozvodnou spoločnosťou pevná (buď 50 Hz alebo 60 Hz v prípade Japonska), mali by ste napriek tomu mať možnosť voľne meniť rýchlosť otáčania motora, ak dokážete navrhnúť frekvenciu prenášanú na motor.

Účelom invertora je schopnosť voľne meniť frekvenciu.



[Základné charakteristiky (Indukčného motora s kotvou nakrátko)]

Aby bolo možné správne použiť inverter, extrémne dôležité je poznanie charakteristík motora (indukčného s kotvou nakrátko), ktorý má byť riadený.

Ďalej v texte uvádzame prehľad základných charakteristík inverterov, aby ste lepšie pochopili, čo inverty robia.

(1) Rýchlosť otáčania -- charakteristika krútiaci moment/prúd

Základné charakteristiky motora (indukčného s kotvou nakrátko) sú závislosti rýchlosť otáčania – výstupný krútiaci moment a rýchlosť otáčania – prúd.

Krútiaci moment motora a prúd sa mení, ako znázorňuje nasledujúci diagram po zapnutí napájania, keď sa spustí motor → zrýchľuje → a dosiahne určitú rýchlosť.

Prúd je najvyšší pri spustení motora a začína klesať pri zvyšovaní rýchlosti otáčania. Krútiaci moment sa zvyšuje so zvyšovaním rýchlosti otáčania, avšak začína klesať, keď rýchlosť otáčania prekročí určitú hodnotu. Prevádzka pri normálnej rýchlosti začína v bode, keď sa vyrovná krútiaci moment záťaže s krútiacim momentom generovaným motorom.

## (2) Rýchlosť otáčania motora

Rýchlosť otáčania motora je určená nielen krútiacim momentom záťaže, ale takisto aj počtom pólov motora a frekvenciou privádzaného napájacieho napätia.

Ak to zapíšeme vo forme rovnice, dostaneme nasledujúci výraz.

$$\text{Rýchlosť otáčania motora} = \frac{120 \times \text{Frekvencia } f \text{ [Hz]}}{\text{Počet pólov}} \times (1-s) \text{ [r/min]}$$

→ Synchronna rýchlosť otáčania
→ Preklz

## (3) Menovitý krútiaci moment motora

Krútiaci moment je definovaný ako miera pôsobiacej sily, ktorá spôsobuje otáčanie motora.

Štandardná jednotka sily pri lineárnom pohybe je Newton, so symbolom N. Keďže sa však motor otáča okolo svojej osi, vyvíjaná sila nepôsobí na lineárny pohyb, ale na rotačný pohyb; krútiacim momentom, ktorý sa vyjadruje v jednotkách Newtonmetre, N·m.

Menovitý krútiaci moment motora možno vypočítať podľa nasledujúceho vzorca.

$$\text{Menovitý krútiaci moment } T_m = 9550 \times \frac{\text{Menovitý výkon motora } P \text{ [kW]}}{\text{Menovitá rýchlosť otáčania } N \text{ [r/min]}} \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

## (4) Preklz

Pri pôsobení záťaže sa rýchlosť otáčania motora posunie voči synchronnej rýchlosti otáčania (klesne a zníži sa). Preklz označuje veľkosť posunu rýchlosti otáčania motora voči synchronnej rýchlosti otáčania.

$$\text{Preklz } S = \frac{\text{Synchronna frekvencia otáčania } N_{ie} - \text{Rýchlosť otáčania } N}{\text{Synchronna rýchlosť otáčania } N_{ie}} \times 100 [\%]$$

- Preklz je na úrovni 100 % pri spustení (keď je rýchlosť otáčania rovná 0). (Preklz sa spravidla vyjadruje ako Preklz 1.) Preklz predstavuje niekoľko percent, keď invertor pomaly zvyšuje frekvenciu (označovanú aj ako spúšťacia frekvencia).
- Preklz je spravidla približne 3 % až 5 %, keď motor pracuje s normálnym krútiacim momentom. Preklz sa zvyšuje pri zvyšovaní krútiaceho momentu záťaže (preťaženie), čo súčasne spôsobuje zvyšovanie prúdu motora.
- Preklz sa stáva záporný, keď rýchlosť otáčania prekročí synchronnu rýchlosť otáčania ( $N > N_0$ ).

Invertory sa používajú aj v bežných elektronických prístrojoch a v iných zariadeniach, napríklad spotrebiteľské klimatizačné jednotky. Tu uvedieme príklady invertorov používaných najmä v priemyselných aplikáciách.

1. Riadenie ventilátorov a čerpadiel (objemový prietok vzduchu, hmotnostný prietok)
2. Riadenie dopravy (dopravník, vozík)
3. Riadenie spracovania kotúčového materiálu
4. Riadenie spracovania potravín
5. Riadenie obrábacieho stroja

Aby bolo možné správne použiť inverter, extrémne dôležité je poznanie charakteristík záťaže.

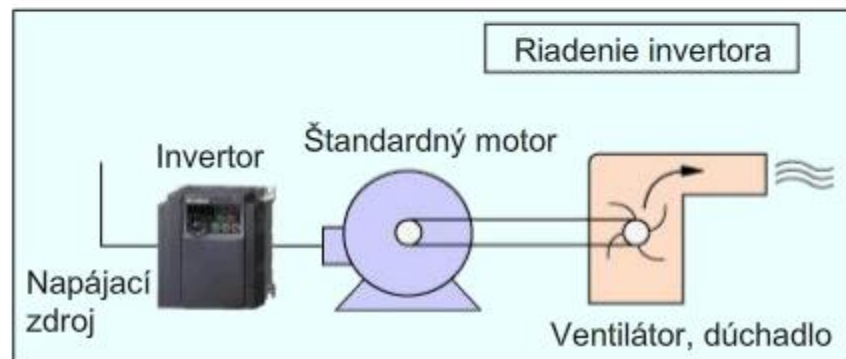
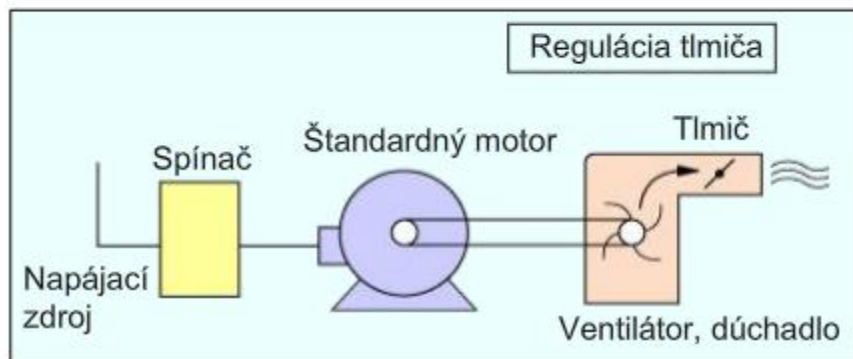
Dôvodom je to, že ak sa sústredíme na charakteristiky záťaže pri koncipovaní metódy riadenia pre konkrétny používaný systém, dokážete zásadne znížiť spotrebu energie, zlepšiť charakteristiky spracovania a získať aj ďalšie výhody. Typické zaťažovacie charakteristiky sú uvedené na nasledujúcom diagrame.

Typ	Záťaž pri zníženom krútiacom momente	Záťaž pri konštantných charakteristikách krútiaceho momentu	Záťaž pri konštantných výstupných charakteristikách
Charakteristiky	<p>Krútiaci moment ↑ Výstup ↑</p> <p>→ Frekvencia (rýchlosť otáčania)</p>	<p>Krútiaci moment ↑ Výstup ↑</p> <p>→ Frekvencia (rýchlosť otáčania)</p>	<p>Krútiaci moment ↑ Výstup ↑</p> <p>→ Frekvencia (rýchlosť otáčania)</p>
Vlastnosť	Zaťaženie vyžadujúce si krútiaci moment takmer úmerný druhej mocnine rýchlosti otáčania. Potrebné množstvo dynamickej energie je úmerné tretej mocnine rýchlosti otáčania.	Zaťaženie vyžadujúce si krútiaci moment nezávislý od rýchlosti otáčania. Potrebná dynamická energia sa znižuje priamo úmerne zníženiu rýchlosti otáčania. (Dopravník, brúska a iné zariadenia)	Zaťaženie vyžadujúce si krútiaci moment nepriamo úmerný počtu otočení motora. (Hlavná os obrábacích strojov atď.)

[Riadenie ventilátorov a čerpadiel (objemový prietok vzduchu, hmotnostný prietok)]

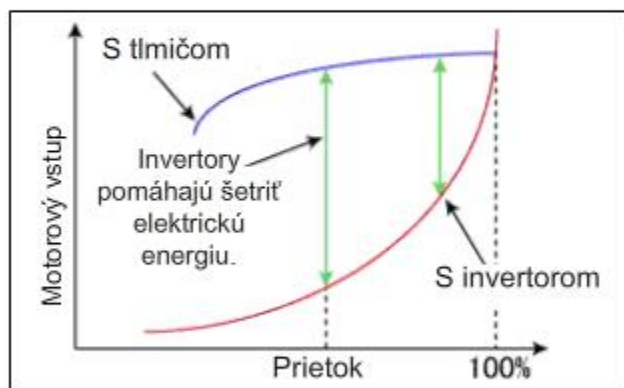
V minulosti, keď sa na pohon ventilátora a čerpadla používalo sieťové napájacie napätie, na reguláciu objemu prúdiaceho vzduchu a prietoku sa používala regulačná klapka alebo ventil.

V týchto prípadoch sa často dá len ťažko znížiť množstvo energie spotrebovanej motorom dokonca aj znížením objemu alebo prietoku prúdiaceho vzduchu.



Pri pohone ventilátora alebo čerpadla je krútiaci moment úmerný druhej mocnине počtu otáčok za minútu a množstvo spotrebovanej energie je úmerné tretej mocnине počtu otáčok za minútu.

Použitie riadenia invertora umožňuje dramaticky znížiť spotrebu energie, najmä v spodnej časti rozsahu rýchlostí otáčania.

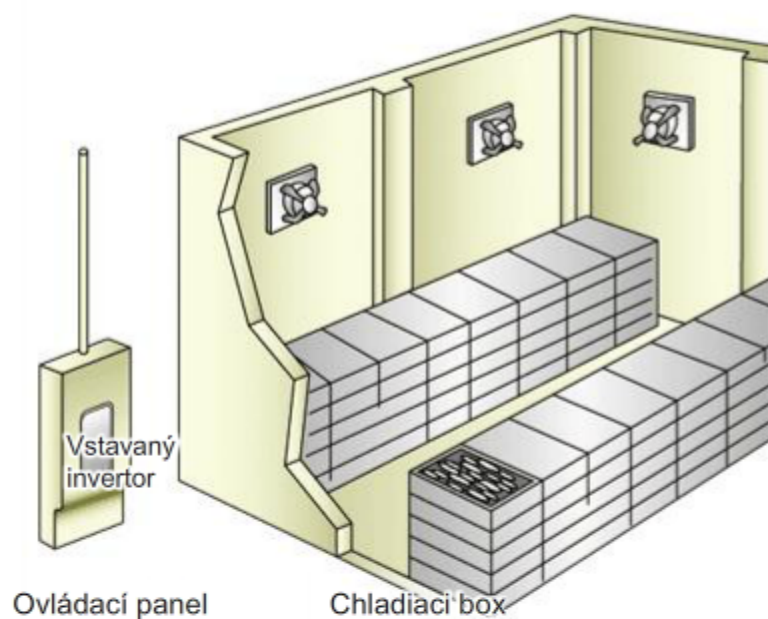


Ako ukazuje tento príklad, invertor je bežný prostriedok na úsporu energie pri riadení ventilátorov a čerpadiel.

Ventilátor vetrania:

#### Dôvody používania invertorov

- Presnejšiu reguláciu teploty a šetrenie energie dosiahnete pripojením až troch ventilátorov do série k jednému invertoru a použitím invertora na napájanie ventilátorov a riadenie ich rýchlostí otáčania.



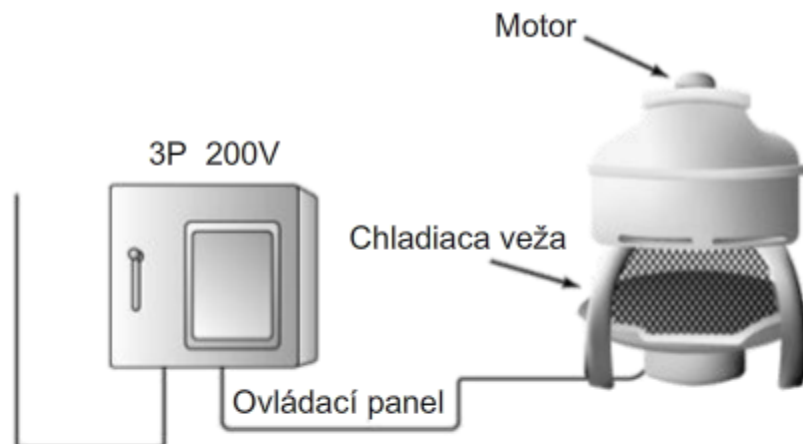


Chladiaca veža:

Dôvody používania  
invertorov

- Môžu sa použiť na riadenie teploty pomocou snímača teploty. Pomôže to znížiť spotrebu energie.
- Dajú sa nastaviť na prevádzku v automatickom režime.
- Môžu byť spustené v tichom režime úpravou objemu prúdu vzduchu. (Regulácia rýchlosti pre nočnú prevádzku)

\*UPOZORNENIE: Invertory sa musia inštalovať v interiéri.

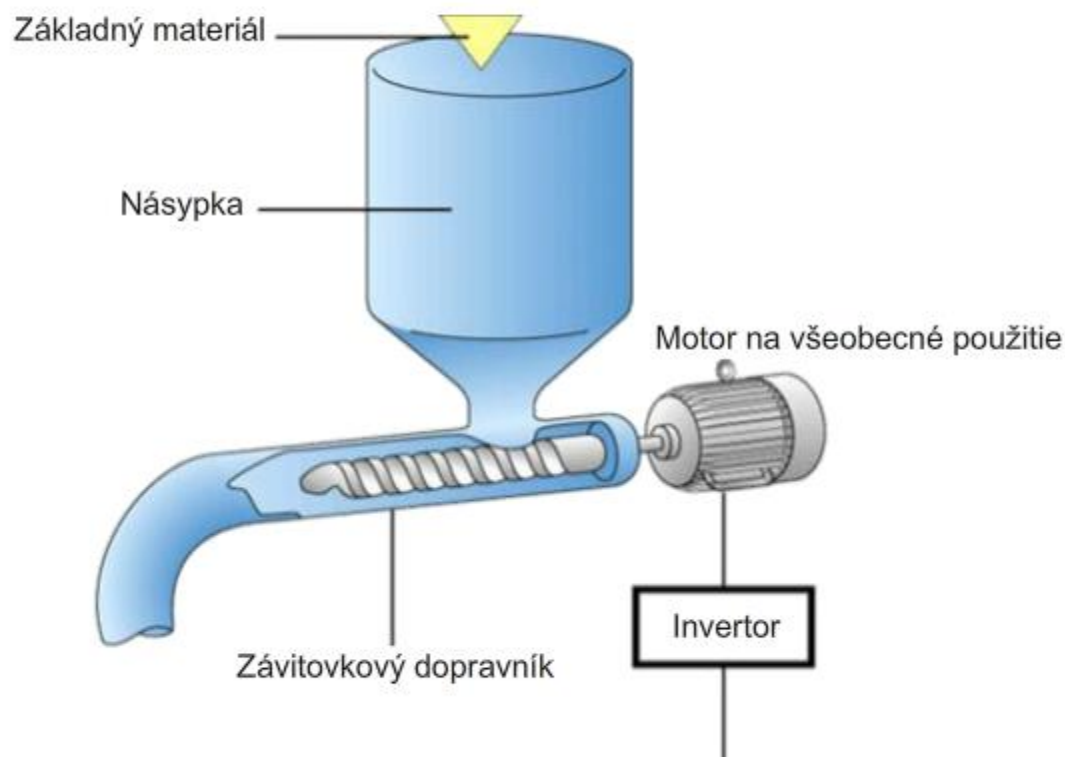


## 1.2 Praktické aplikácie invertorov

Závitkový dopravník:

### Dôvody používania invertorov

- Umožňujú upraviť jedným gombíkom množstvo základného materiálu privádzaného do zariadenia.
- Umožňujú nastaviť rýchlosť otáčania závitkového dopravníka a množstvo základného materiálu privádzaného do zariadenia na vhodné hodnoty.
- Môžu sa používať s motormi na vonkajšie použitie, motormi na všeobecné použitie i s ďalšími štandardnými dielmi.





[Riadenie dopravy (dopravník, vozík)]

Prepravné zariadenia sú nenahraditeľným prvkom v rôznych odboroch, pretože sa zvyšuje stupeň prepracovanosti a automatizácie priemyslu.

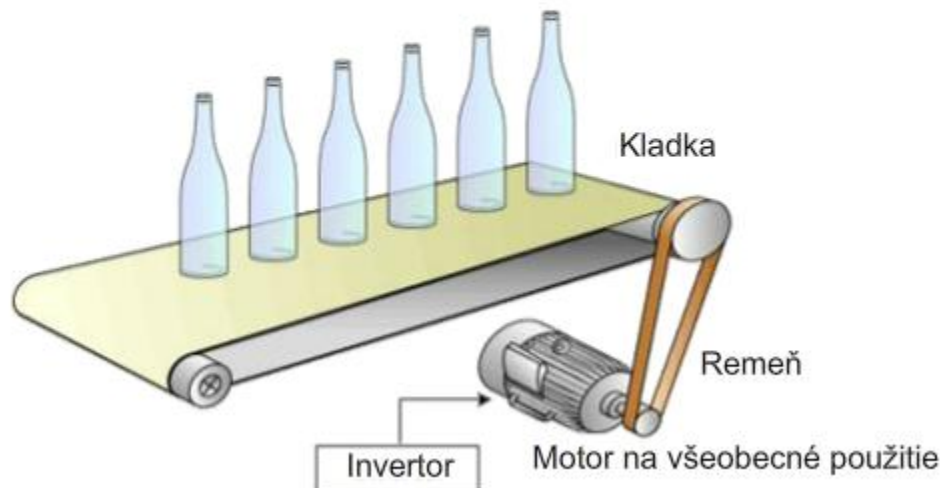
Medzi niektoré z výhod používania invertorov s prístrojmi v tejto oblasti patria:

- Umožňujú zjednodušiť prístroje a urobiť ich kompaktnjšími.
- Uľahčujú nastavenie rýchlosti bez potreby použitia mechanického systému.
- Svojou funkciou zabraňujú padaniu záťaží v dôsledku nárazov pri pomalom spúšťaní alebo pomalom zastavovaní.
- Do určitej miery sa môžu používať pri riadení polohy.

Pásový dopravník:

#### Dôvody používania invertorov

- Môžu sa používať ako spojité spúšťače a zastavovače dopravníkov, ktoré zabraňujú prevracaniu sklenených fliaš naplnených kvapalinou dopravovaných po dopravníku, a tým aj ich rozbíjaniu a vylievaniu obsahu.
- Môžu sa používať na zlepšenie efektívnosti prevádzky využitím zmien rýchlosti pri zmene typu sklenenej fľaše.
- Môžu sa používať v rôznych prostrediach zodpovedajúcich typu motorov, či už odolných proti vode, odolných proti korózii, do vonkajšieho prostredia alebo iných.

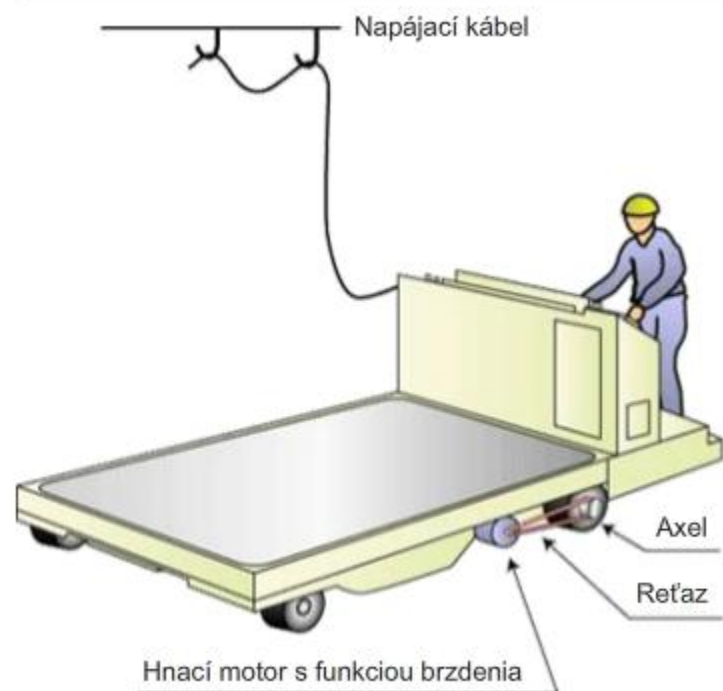


## 1.2 Praktické aplikácie invertorov

Jazda vozíka:

### Dôvody používania invertorov

- Môžu sa použiť na zvýšenie efektívnosti prevádzky úpravou prepravnej rýchlosti na optimálnu rýchlosť podľa prevádzkových podmienok.
- Môžu sa použiť na zvýšenie alebo zníženie rýchlosti a zmiernenie vplyvu otrasov na strojové zariadenie alebo na ochranu strojových zariadení pred otrasmi.
- V prípade invertorov s funkciami brzdenia umožňujú využívať aj rekuperačný brzdiaci moment.  
Môže sa používať rekuperačný konvertor na napájanie, ktorý vygeneruje výkon, ktorý sa odovzdáva ako rekuperačná energia späť do napájacieho zdroja, ak je potrebná funkcia intenzívnejšieho brzdenia.
- Môžu sa používať v interiéri, pretože neuvolňujú žiadne výfukové plyny.



[Riadenie spracovania kotúčového materiálu]

Tu uvádzaný kotúčový materiál je výrobok, pozostávajúci z dlhých listov papiera, fólie, gumy, tkaniny alebo iného materiálu, dodávaný v kotúčoch.

Materiál sa navíja na kotúč ako jediný podlhovastý list, siahajúci od začiatku kotúča až po jeho koniec.

List/fólia sa musí spracovávať tak, že pri odvíjaní alebo prevíjaní sa napnutie materiálu musí upravovať.

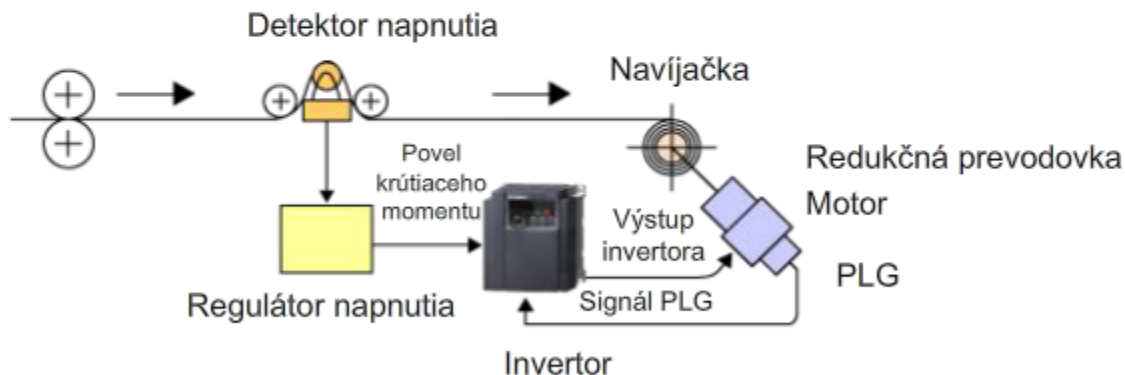
Výrobok siaha od začiatku kotúča až po jeho koniec. Ďalej uvádzame príklad s navíjaným kotúčom.

Použitie tohto typu riadenia je potrebné v iných oblastiach, ako je navíjanie elektrických vedení a káblov z optických vlákien.

Navíjanie kotúčového materiálu:

#### Dôvody používania invertorov

- Môžu sa použiť na detekciu skutočného napnutia materiálu fólie a umožniť tak navíjanie materiálu na kotúče s optimálnym napnutím.
- Môžu sa použiť na zmiernenie následkov variácií samotného materiálu fólie vplyvmi teploty a vlhkosti a zmien krútiaceho momentu v strojovom zariadení.
- Vektorové invertory a servomechanizmy sa môžu použiť na riadenie krútiaceho momentu. Vektorové invertory sú však jednoduchšie, ak sa používajú v prípadoch, keď je zrýchlenie trochu postupné a nie náhle a ak je zotrvačnosť bremena vysoká a strojové zariadenie má bežať nepretržite.



[Riadenie spracovania potravín]

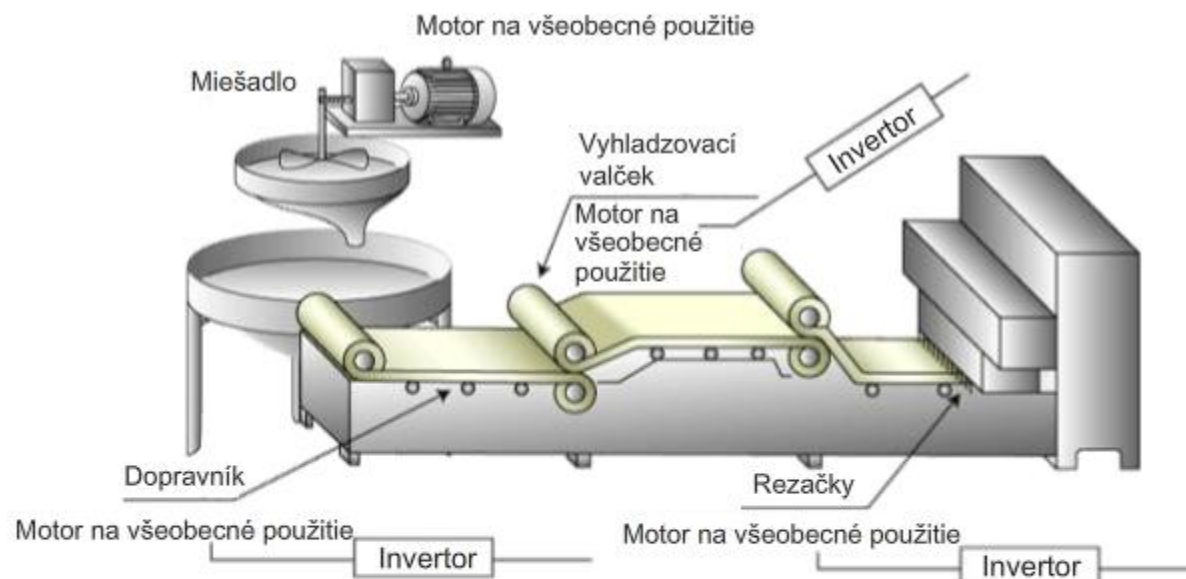
Pri výrobe potravinárskych tovarov rastie dopyt po väčšej prepracovanosti, zvýšenej kvalite a bezpečnejších metódach spracovania potravín.

Aj s ohľadom na túto situáciu sa invertory používajú pri spracovaní potravín čoraz častejšie.

Stroj na výrobu cestovín:

Dôvody používania  
invertorov

- Môžu sa použiť na jemné doladenie rýchlosti posunu vyhladzovacieho valčeka.
- Môžu sa použiť na ľubovoľnú úpravu hrúbky rezancov na požadovanú veľkosť.
- Pomáhajú zjednodušiť ovládanie stroja.

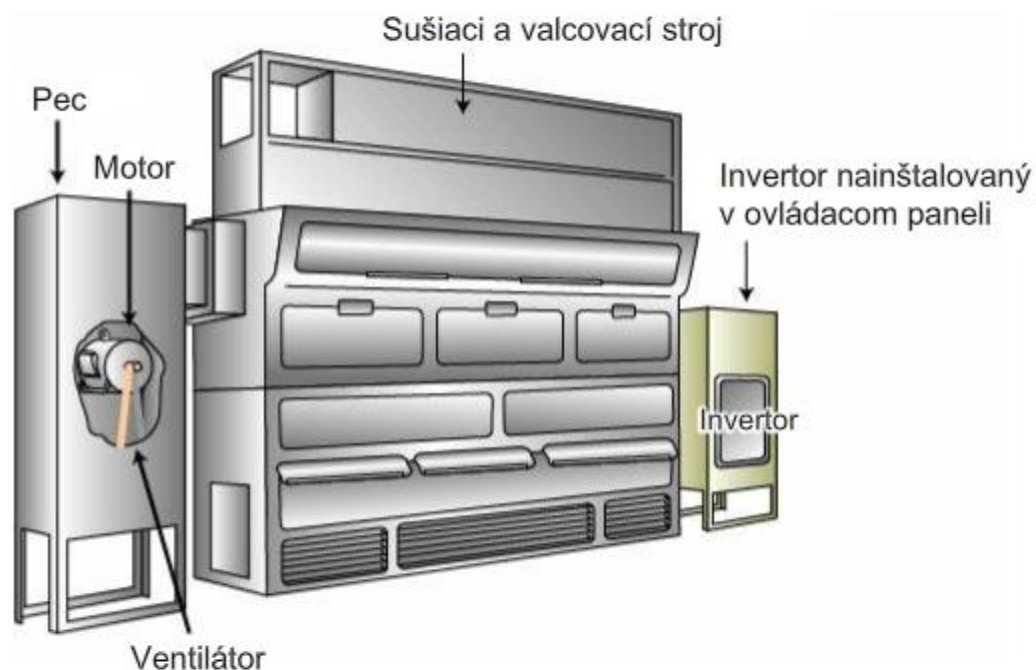




Stroj na spracovanie čaju:

Dôvody používania  
invertorov

- Môžu sa použiť na optimalizáciu rýchlosti ventilátora pece, tak, aby zodpovedala množstvu čaju vloženého do stroja.
- Môžu sa používať na zvýšenie kvality čaju.



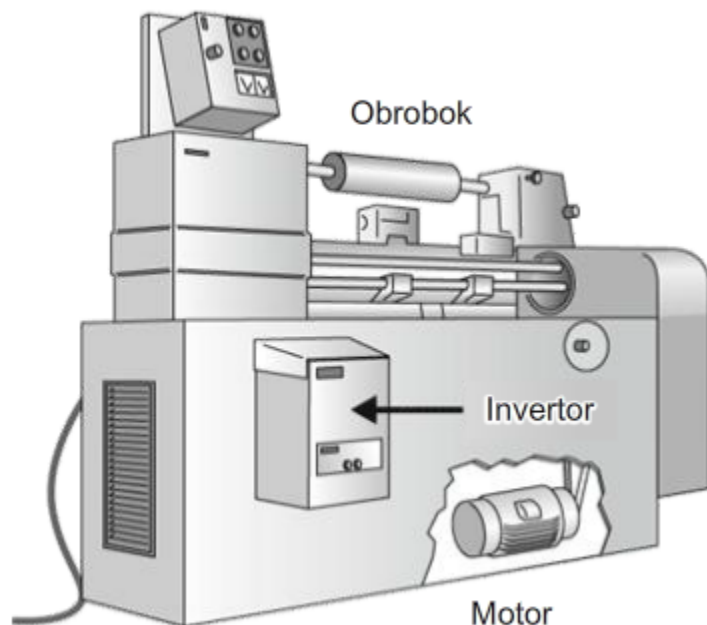
[Riadenie obrábacieho stroja]

Invertory sa často využívajú v hlavnej osi obrábacích strojov (os priradená a používaná na otáčanie obrobku alebo nástroja). Najmä pri vysokých požiadavkách na presnosť spracovania sa môže použiť kombinácia vektorového invertora a detektora poloha (impulzný kódovač) na zastavenie hlavného hriadeľa v určenej polohe (orientačná funkcia) a udržanie konštantnej rýchlosti motora aj pri zmenách zaťaženia použitím signálovej spätnej väzby z detektora.

Pohon hlavnej osi pre pracovné pomôcky:

#### Dôvody používania invertorov

- V minulosti sa rýchlosť otáčania hlavnej osi riadila zmenami rýchlosti remenice podľa veľkosti obrobku. Pri ovládaní invertorom sa však dá zjednodušiť mechanizmus zmeny rýchlosti a zmenšiť vďaka tomu rozmery stroja.
- Presnosť spracovania obrobku možno zlepšiť, pretože rýchlosť otáčania hlavného hriadeľa sa dá jemne doladiť.



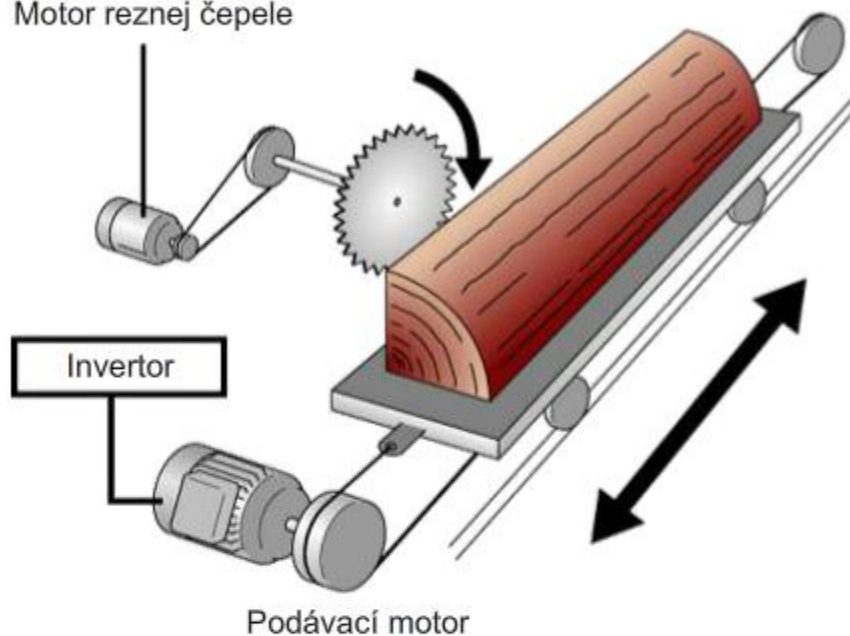
## 1.2 Praktické aplikácie invertorov

Drevoobrábacie stroje:

Dôvody používania  
invertorov

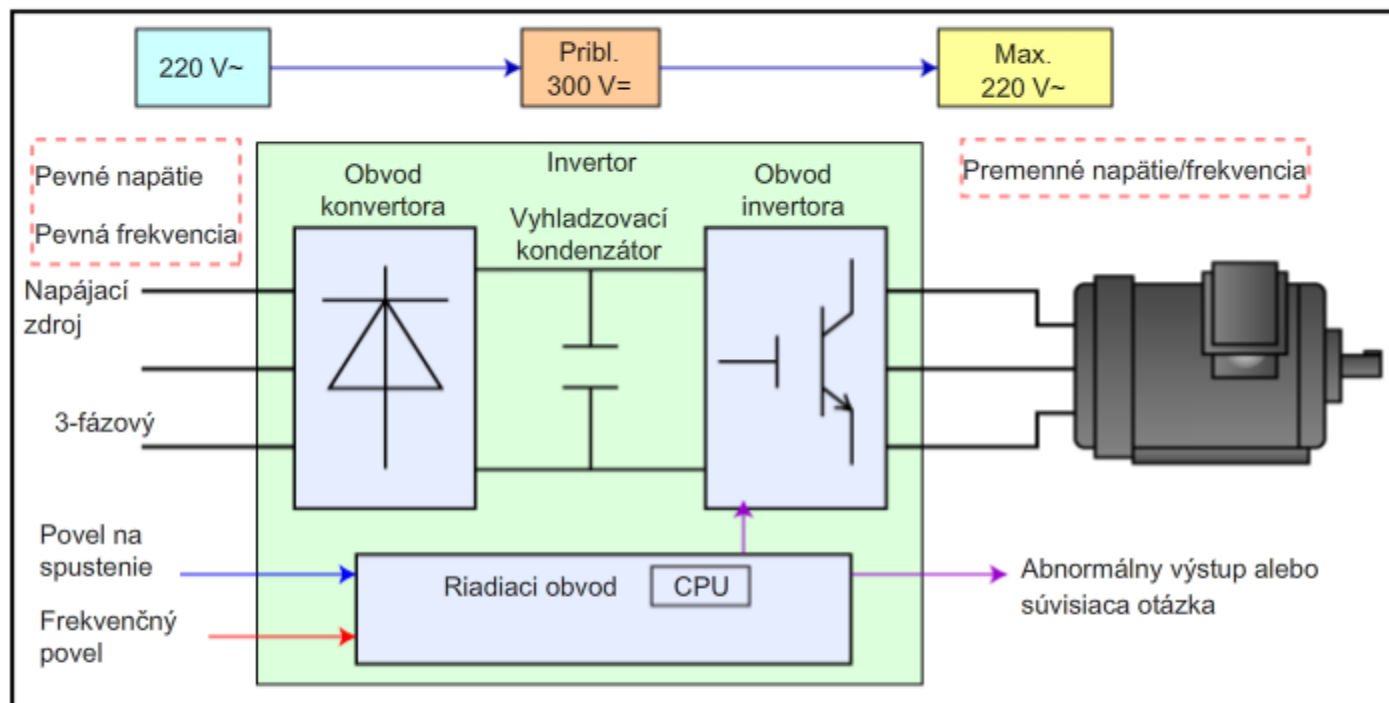
- Pomáhajú zvyšovať efektívnosť rezania dreva.
- Umožňujú nastaviť rýchlosť vozíka na optimálnu úroveň v závislosti od kvality dreva.
- Môže byť použité na zlepšenie efektívnosti prevádzky a na zastavenie vozíka v nastavenej polohe.
- Slúžia na ochranu reznej čepele pri plynulom spustení.

Motor reznej čepele



Konštrukcia invertora používaná na generovanie flexibilne nastaviteľnej frekvencie z pevnej frekvencie sieťového napájania z rozvodnej spoločnosti.

Môžem skonvertovať striedavý na jednosmerný a potom späť na striedavý, ak chceme!



[Prehľad konštrukcie invertora]

Obvod konvertora	Konvertuje striedavý prúd na jednosmerný. Používa polovodičový prvok známy ako dióda.
Vyhladzovací kondenzátor	Slúži na vyhladenie jednosmerného napätia, ktoré bolo skonvertované obvodom konvertora.
Obvod invertora	Používa sa na výrobu striedavého napätia z jednosmerného. Toto zariadenie, nazývané aj invertor, je opakom konvertora názvom i funkciou. Slúži na napájanie motora vyrábaným premenným napätím a frekvenciou. Používa polovodičové spínacie prvky (IGBT a podobné diely), ktoré možno zapínať a vypínať.
Riadiaci obvod	Ovládacie prvky obvodu invertora



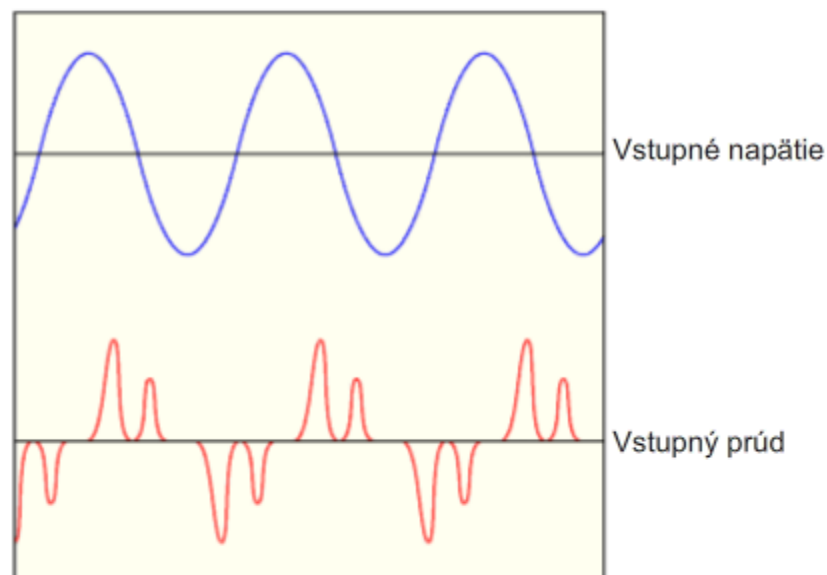
[Charakteristiky priebehu]

Jednoducho to, ako sa mení vstup a výstup pri použití invertora?

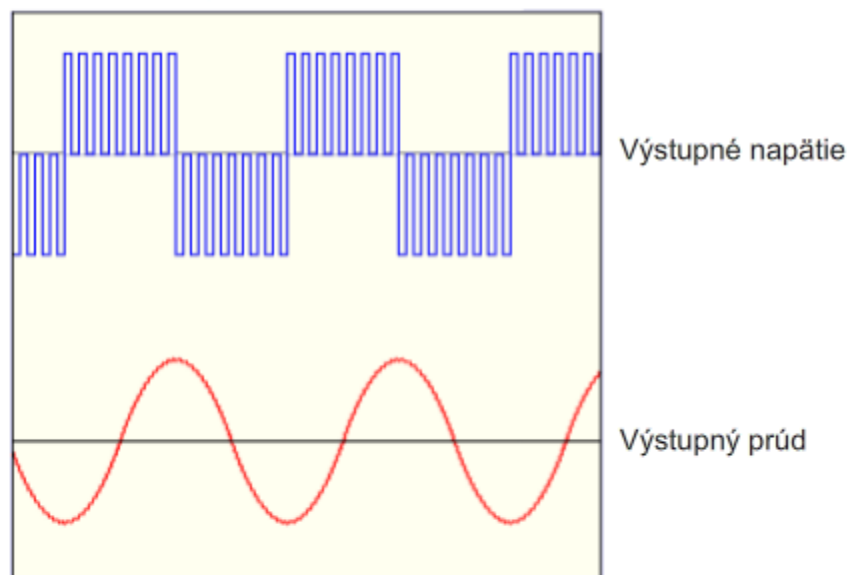
- Vstupný prúd... Priebeh prúdu, ktorý pripomína ucho králika [obsahuje zložky vyšších frekvencií]
- Výstupné napätie ... Priebeh pripomínajúci súbor pruhov (obdĺžnikov) [Zahŕňa vysokofrekvenčné zložky a zložky nárazového prepätia]

Tento typ priebehu vzniká pri spínacích operáciách polovodičových prvkov v invertore.

Priebeh na vstupe invertora



Priebeh na výstupe invertora



## 1.3 Konštrukcia invertora

[Princíp činnosti sekcie konvertora]

(a) Princíp činnosti jednotlivých sekcií konvertora

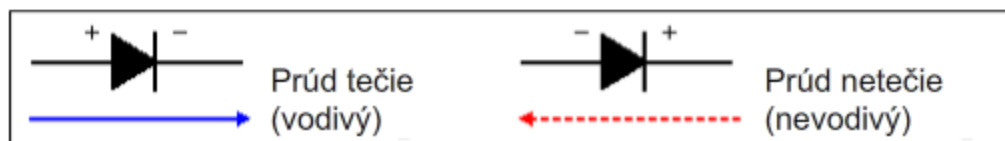
<Ako vyrobiť jednosmerné napätie z napájacieho napätia striedavého napätia (komerčného)>

Uvažujme nad týmto princípom použitím jednoduchého príkladu jednofázového striedavého napätia.

Na zjednodušenie nášho vysvetlenia v tomto príklade použijeme podmienky odporovej záťaže.

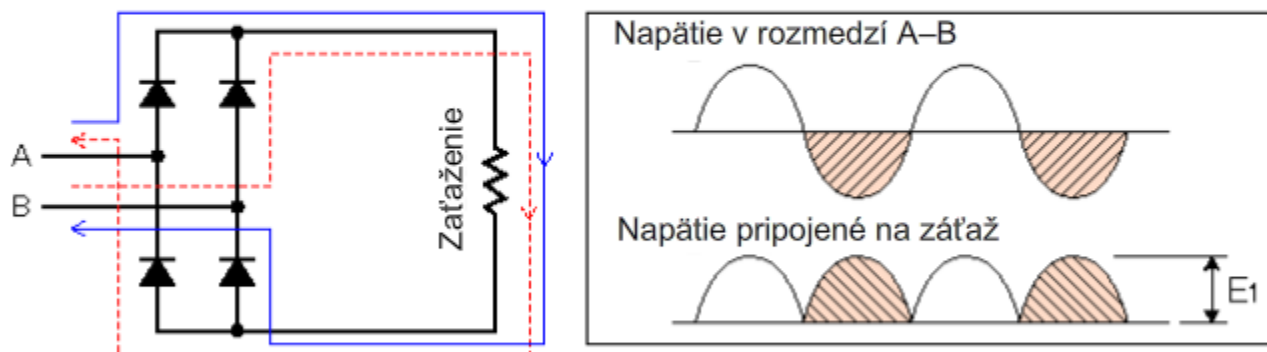
Použitý prvok je dióda.

Dióda dovoľuje, aby prúd pretekal len jedným smerom a nie v opačnom smere v závislosti od smeru, v ktorom je napätie priložené.



Vďaka využitiu tejto vlastnosti, keď sa striedavé napätie prikladá medzi A a B v obvode usmerňovača, napätie sa pripojí na záťaž v rovnakom smere.

Inými slovami, striedavé napätie sa skonvertuje (usmerní) na jednosmerné napätie.

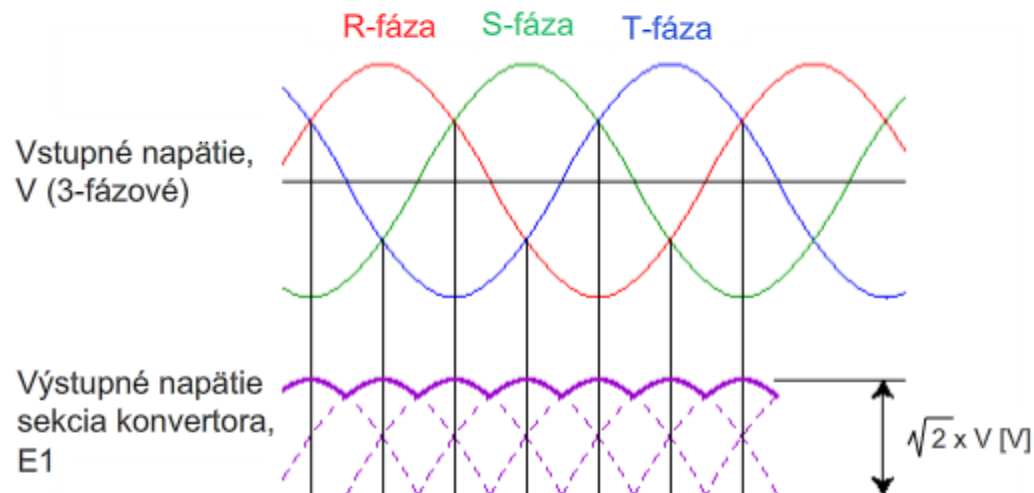


## 1.3 Konštrukcia invertora

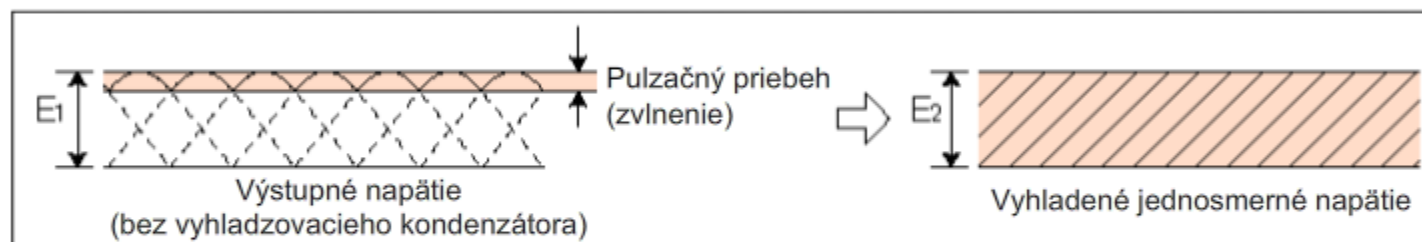
[Princíp činnosti sekcie konvertora]

(b) Princíp činnosti jednotlivých sekcií konvertora

Pre vstup 3-fázového striedavého prúdu sa používa kombinácia šiestich diód na usmernenie priebehu zo striedavého napájacieho zdroja a vytvorenie výstupného napätia, ktoré je znázornené dolu na diagrame.



(c) Princípy činnosti vyhladzovacieho obvodu



[Princíp činnosti sekcie konvertora]

(d) Obvod obmedzenia nárazového prúdu

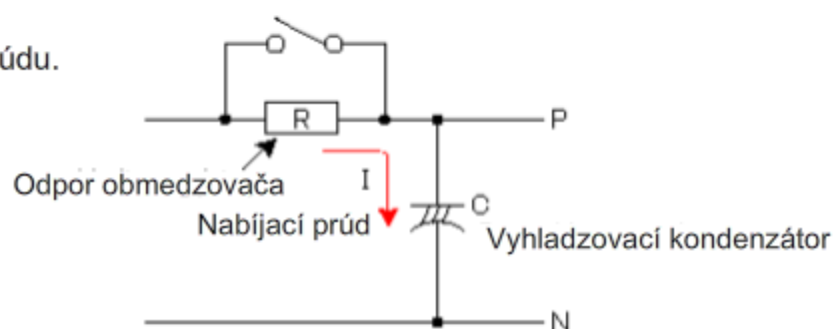
Pri vysvetlení princípov usmerňovania sme použili odporovú záťaž, ale v skutočných aplikáciách sa ako záťaž používa vyhladzovací kondenzátor.

V okamihu pripojenia napätia preteká cez obvod vysoký nárazový prúd, aby sa nabil kondenzátor.

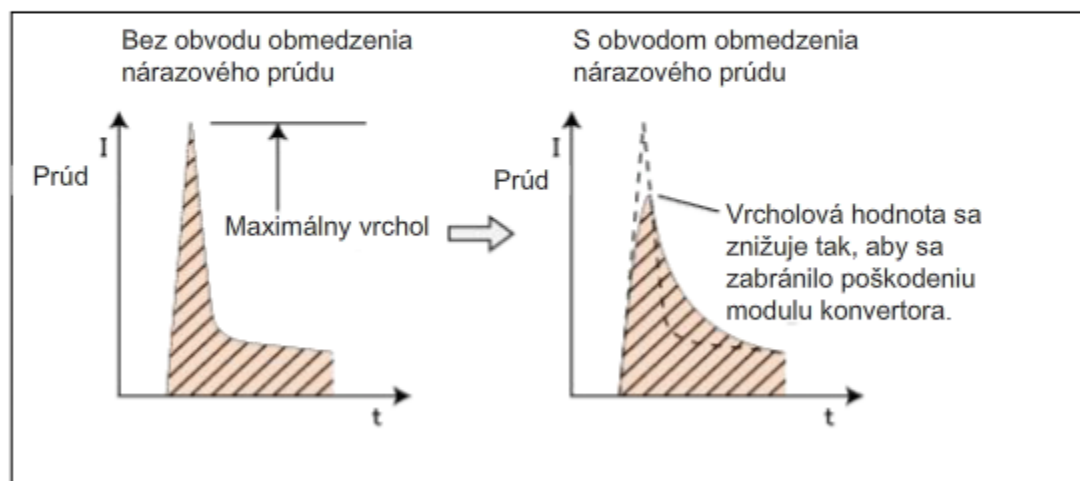
Aby sa predišlo poškodeniu usmerňovacej diódy vysokým nárazovým prúdom, do série s obvodom sa zaraďuje odpor, ktorý na krátky čas po zapnutí potlačí nárazový prúd.

Ihneď po splnení svojho účelu sa odpor medzi jeho svorkami spojí nakrátko, aby sa vytvoril obvod, ktorý premoštuje tento odpor.

Tento obvod sa nazýva obvod obmedzenia nárazového prúdu.



Ak sa používa obvod obmedzenia nárazového prúdu, vrcholová hodnota prúdu sa môže znížiť, aby sa zabránilo poškodeniu modulu konvertora.

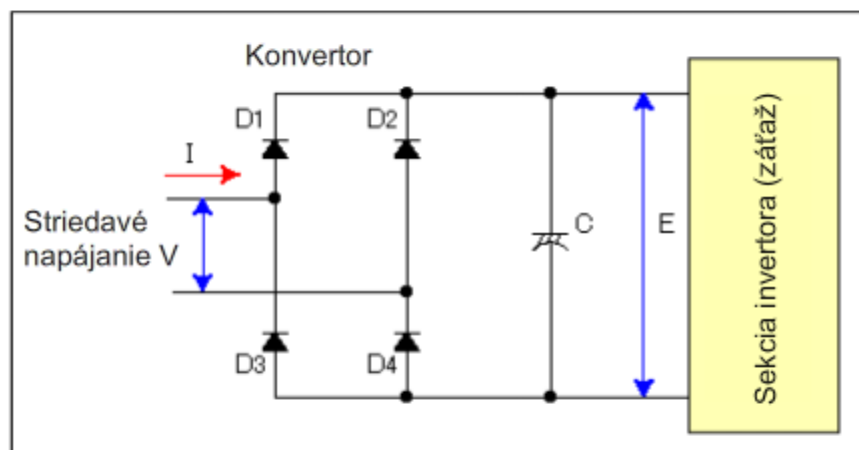
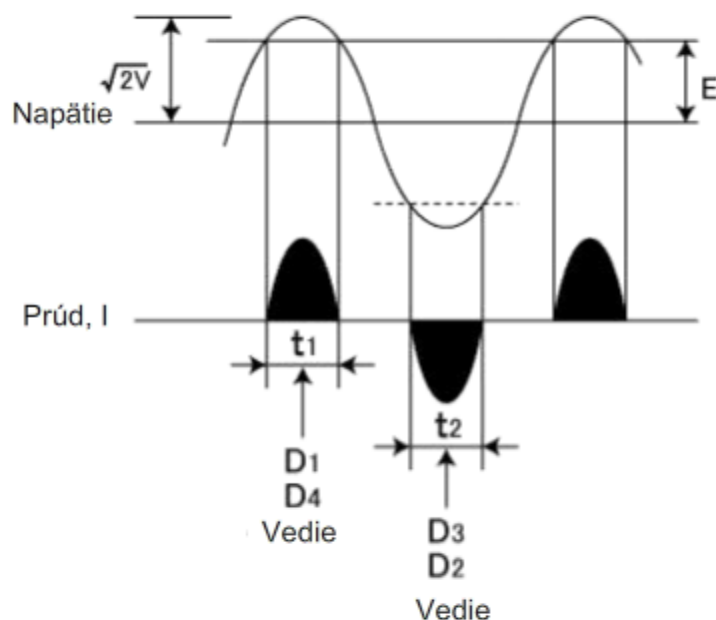


[Princíp činnosti sekcie konvertora]

(e) Priebeh vstupného prúdu s kondenzátorovou záťažou

Pri vysvetlení princípov usmerňovania sme použili odporovú záťaž, ale v skutočných aplikáciách sa ako záťaž používa vyhladzovací kondenzátor.

Tento priebeh vstupného prúdu sa v tomto prípade vyskytuje len ak je striedavé napätie vyššie ako jednosmerné napätie. Spôsobí to, že priebeh nebude sínusoidný, ale skreslený priebeh, ako ilustruje graf.



## 1.3 Konštrukcia invertora

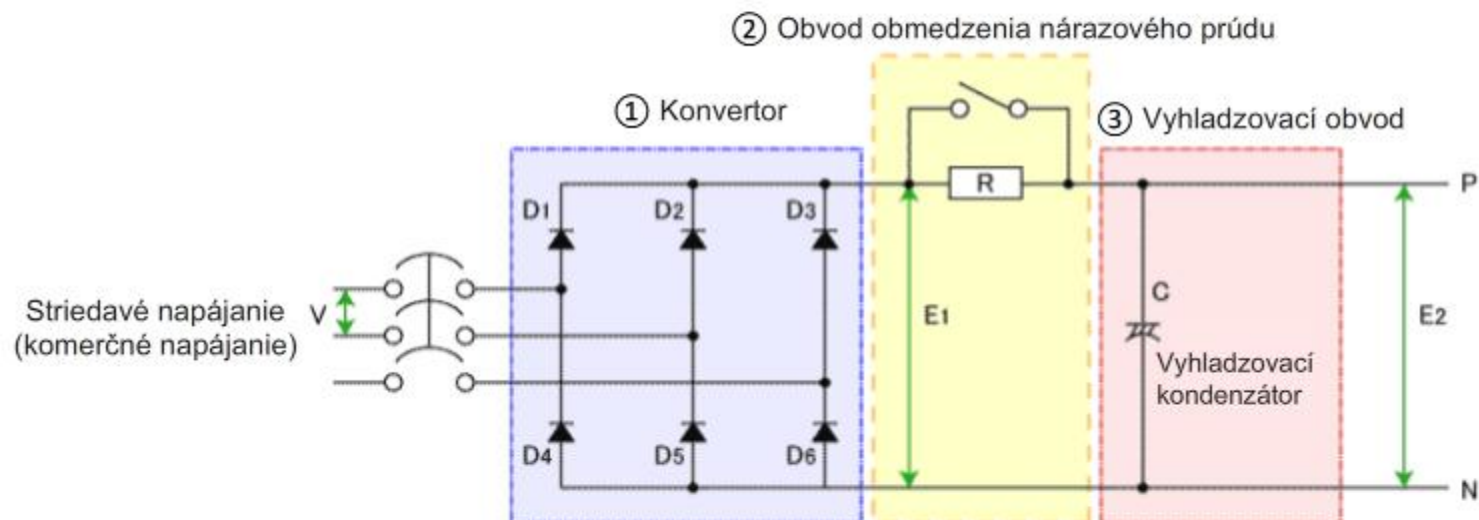
[Princíp činnosti sekcie konvertora]

<Zhrnutie>

Princíp činnosti konvertora

Podľa vyššie uvedeného opisu tvoria sekciu konvertora časti:

1. Konvertor
2. Obvod obmedzenia nárazového prúdu
3. Vyhladzovací obvod



## 1.3 Konštrukcia invertora

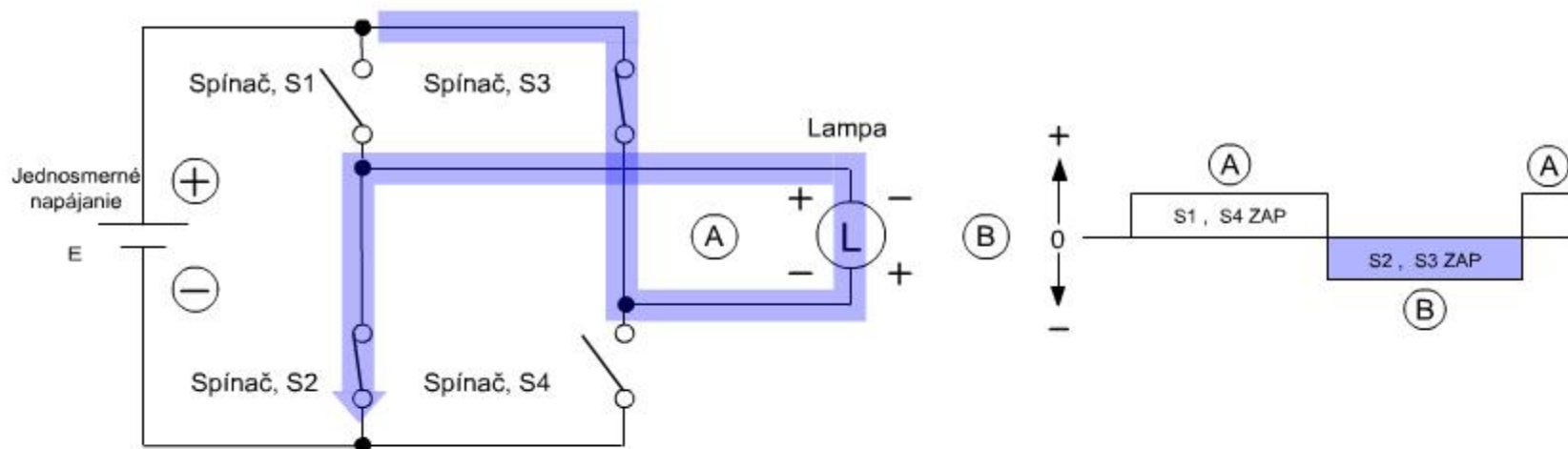
[Princíp činnosti sekcie invertora]

(a) Ako možno získať striedavé napätie z jednosmerného napätia?

Uvažujme nad týmto princípom použitím jednoduchého príkladu jednofázového striedavého napätia.

Opíšeme, ako to funguje, pomocou príkladu s lampou použitou ako záťaž namiesto dolu uvedeného motora.

Štyri spínače, S1 až S4, sú pripojené na napájanie jednosmerného prúdu, pričom spínače S1 a S4 sú spárované, rovnako ako spínače S2 a S3. Keď sa spárované spínače zapínajú a vypínajú, prúd preteká cez lampu, ako ilustruje dolu uvedený diagram.



Aktuálny priebeh

- Keď sa zapínajú spárované spínače S1 a S4, prúd preteká cez lampu v smere A.
- Keď sa zapínajú spárované spínače S2 a S3, prúd preteká cez lampu v smere B.

Ak sa tieto spínacie operácie v priebehu stanoveného času opakujú, smer prúdu sa obracia a vzniká tak striedavý prúd.

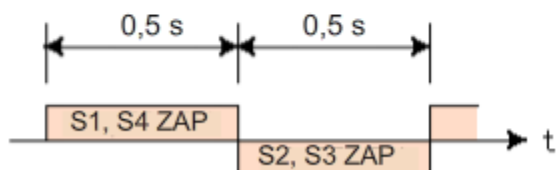


[Princíp činnosti sekcie invertora]

(b) Ako môžete zmeniť frekvenciu?

Frekvencia sa mení, keď zmeníte dĺžku času, počas ktorého sa spínače S1 až S4 zapínajú a vypínajú.

Ak napríklad zapnete spínače S1 a S4 na „ZAP“ na 0,5 s a potom spínače S2 a S3 na „ZAP“ na 0,5 s, a ak to budete stále opakovať, vyrobíte striedavý prúd, ktorý raz za sekundu obracia svoj smer, čo zodpovedá frekvencii of 1 Hz.



Vo všeobecnosti platí, že frekvencia je definovaná ako  $f = 1/t_0$  (Hz), kde  $t_0$  je dĺžka cyklu v sekundách.



Inými slovami povedané, frekvenciu možno meniť zmenou tohto času  $t_0$ .



## 1.3 Konštrukcia invertora

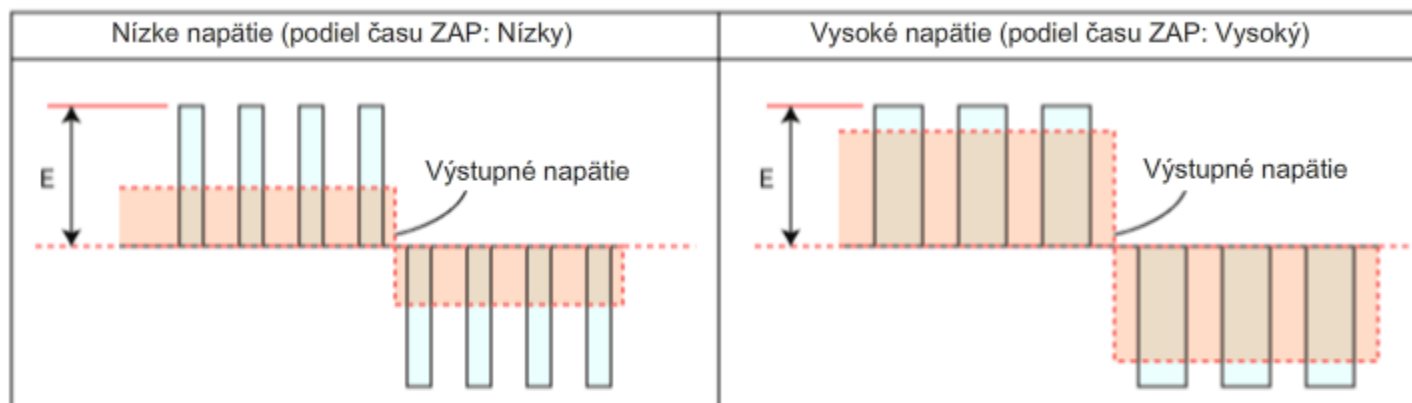
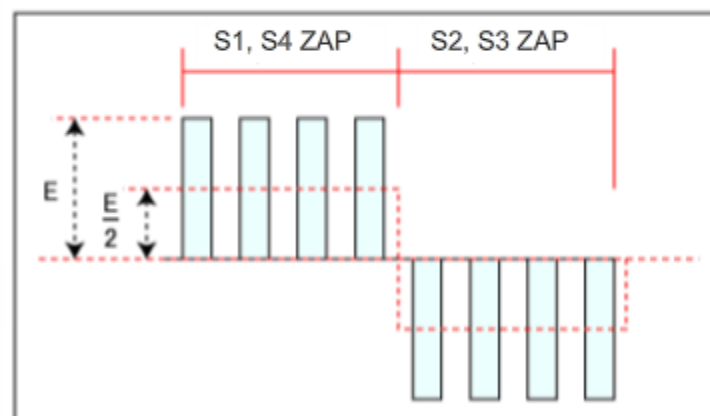
[Princíp činnosti sekcie invertora]

(c) Ako možno meniť napätie?

(Priemerné) napätie možno meniť zmenou pomeru časov, po ktoré sú spínače zapnuté a vypnuté, zmenou času cyklu  $t_0$  na kratší čas cyklu zapínania a vypínania napätia. Frekvencia týchto krátkych impulzov sa nazýva nosná frekvencia.

Ak sa napríklad pomer času zapnutia spínačov S1 a S4 zníži na polovicu, (priemerné) výstupné sa stáva striedavým napätím rovným  $E/2$ , alebo polovici jednosmerného napätia  $E$ .

Ak chcete znížiť (priemerné) napätie, znížte podiel času ZAP a na zvýšenie (priemerného) napätia zvýšte podiel času ZAP.



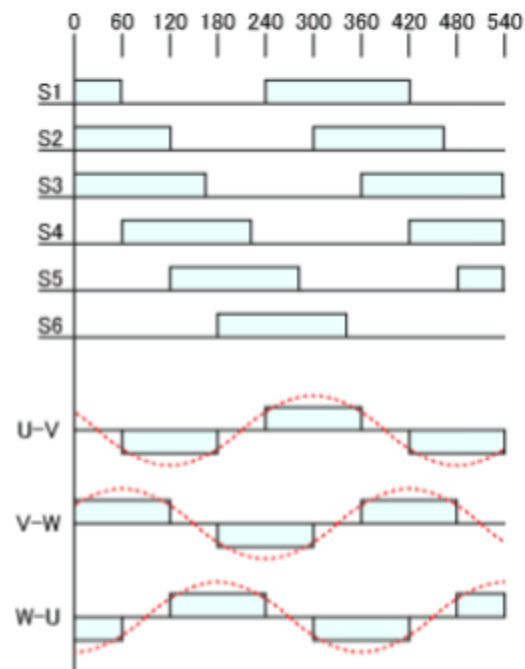
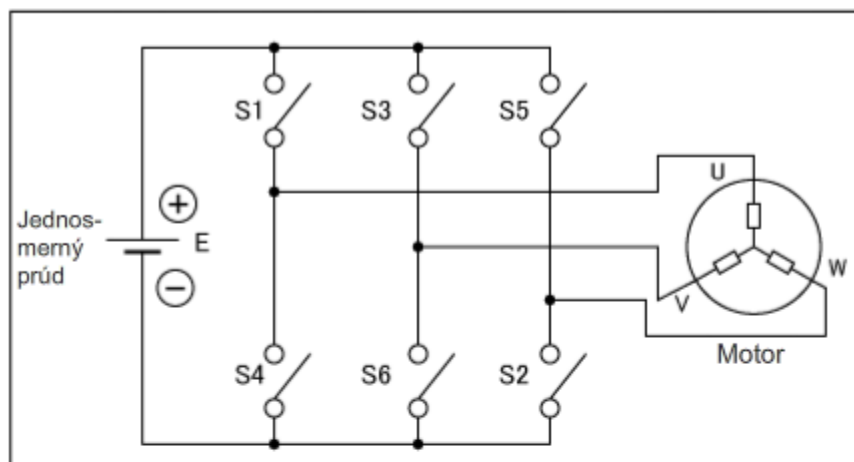
Napätie sa mení reguláciou šírky impulzu a pomeru ZAP/VYP. Tento typ metódy riadenia sa nazýva aj modulácia šírkou impulzov (PWM). V súčasnosti sa široko využíva v invertoroch a v iných elektronických komponentoch.

## 1.3 Konštrukcia invertora

[Princíp činnosti sekcie invertora]

(d) A čo takto 3-fázové striedavé napätie?

Dolu uvádzame základnú konštrukciu obvodu 3-fázového invertora a 3-fázového striedavého napätia. Ak zmeníte poradie, v ktorom sa šesť spínačov zapína a vypína, sekvencia U-V, V-W a W-U sa zmení. Dá sa to využiť na zmenu smeru otáčania motora.



Upozorňujeme, že ako samotné spínacie prvky na spínanie napätia sa používajú polovodičové, čo umožňuje zapínať a vypínať tieto spínacie prvky s extrémne vysokou rýchlosťou.

Jediným invertorom na všeobecné použitie, dodávaným pre priemyselné odvetvia v 80. rokoch minulého storočia, bol invertor s riadením V/F. V 90. rokoch však bola zavedená metóda bezsnímačového riadenia (rýchlosti), účelom ktorej bolo zvýšenie krútiaceho momentu v oblasti nízkych rýchlostí pri riadení V/F.

Výkon invertora sa výrazne zvýšil vďaka pokroku technológie hardvéru a teórie riadenia, vrátane polovodičovej techniky. Vektorové riadenie s PLG sa začalo používať pre asynchrónne motory na začiatku 90. rokov v oblastiach, ktoré si vyžadujú vysoko presné riadenie rýchlosti.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame zoznam typických metód riadenia invertora, najmä pre metódy využívajúce riadenie rýchlosti.

Pri všeobecnejšom pohľade si stačí uvedomiť, že v nasledujúcej tabuľke metód riadenia sa smerom doprava zvyšuje výkon a zvyšuje sa presnosť, zatiaľ čo flexibilita a hospodárnosť sa znižuje.

Metóda a názov riadenia bez snímačov môžu byť u rôznych výrobcov rôzne. Metóda uvedená v tabuľke bola vyvinutá spoločnosťou Mitsubishi Electric.

Metóda riadenia	Riadenie charakteristiky napätie-frekvencia (V/F)	Riadenie bez snímačov		Vektorové riadenie s PLG
		Riadenie reguláciou poľa	Skutočné bezsnímačové Vektorové riadenie	
Rozsah regulácie rýchlosti	1: 10 (6 Hz až 60 Hz: Napájacie vedenia)	1: 120 (0,5 Hz až 60 Hz: Napájacie vedenia)	1: 200 (0,3 Hz až 60 Hz: Napájacie vedenia)	1: 1500 (1 r/min./1500 r/min.: Napájacie vedenia, s regeneráciou)
Odozva	10 až 20 (rad/s)	20 až 30 (rad/s)	120 (rad/s)	300 (rad/s)
Regulácia otáčok	(ÁNO)	(ÁNO)	(ÁNO)	(ÁNO)
Regulácia krútiaceho momentu	(NIE)	(NIE)	(ÁNO)	(ÁNO)
Riadenie polohy	(NIE)	(NIE)	(NIE)	(ÁNO)
Koncept	Pri najčastejšom type metódy riadenia invertora riadenie udržiava napätie a frekvenciu na konštantných hodnotách.	Na vyriešenie problému s pádmi pri krútiacom momente s nízkou rýchlosťou pri riadení V/F sa používa metóda riadenia, ktorá koriguje výstupné napätie použitím vektorových výpočtov prúdu motora.	Pri štandardných motoroch bez PLG sa riadenie uskutočňuje na základe výpočtov a odhadov rýchlostí motora z konštanty motora a charakteristík napätia a prúdu.	Táto metóda rozdeľuje prúd motora na orientované zložky poľa a na zložky generované krútiacim momentom a riadi každý z oboch typov nezávisle od seba. Umožňuje to riadiť krútiaci moment a polohu s vysokou presnosťou a vysokou citlivosťou.
Na univerzálne použitie	Pri použití so štandardnými motormi je táto metóda extrémne flexibilná v tom, že si vyžaduje málo riadiacich prvkov.	Táto metóda si vyžaduje konštantu motora, ale štruktúra obvodu je pomerne jednoduchá, pretože tu je len niekoľko ovládacích prvkov.	Táto metóda si vyžaduje konštantu motora a úpravu regulačného zisku.	Táto metóda si vyžaduje motor s PLG a úpravu regulačného zisku.
Použiteľné motory	Štandardný motor (bez PLG)	Štandardný motor (bez PLG)	Štandardný motor (bez PLG)	Štandardný motor (s PLG) Špecializovaný motor s vektorovou reguláciou

Teraz, keď ste absolvovali všetky lekcie kurzu Zariadenia FA pre začiatočníkov (invertory), ste pripravený podstúpiť záverečný test. Ak vám nie sú jasné niektoré z preberaných tém, využite túto príležitosť a preštudujte si tieto témy.

**V tomto záverečnom teste je celkom 10 otázok (21 položiek).**

Záverečný test môžete zopakovať toľkokrát, koľko budete chcieť.

### Ako sa hodnotí test

Po výbere odpovede nezabudnite kliknúť na tlačidlo **Hodnotenie**. Ak tak neurobíte, nezískate skóre v teste. (Považujú sa za nezodpovedané otázky.)

### Výsledky hodnotenia

Na stránke výsledkov sa objaví počet správnych odpovedí, počet otázok, percento správnych odpovedí a výsledok vyhovel/nevyhovel.

Správne odpovede: 10

Celkom otázok: 10

Percento: 100%

Na úspešné absolvovanie testu je potrebných 60 % správnych odpovedí.

Pokračovať

Kontrola

- Kliknutím na **Pokračovať** sa test ukončí.
- Po kliknutí na **Kontrola** skontrolujte test. (Kontrola správnej odpovede)
- Kliknutím na tlačidlo **Opakovať** sa môžete pokúsiť o opakované absolvovanie testu.

Co je to inverter?

Vyberte správné tvrdenie z nasledujúcich vysvetlení.

- Inverter je prístroj, ktorý sa môže používať na ľubovoľné a neustále efektívne zmeny výstupného krútiaceho momentu motora.
- Inverter je prístroj, ktorý sa môže používať na ľubovoľné a neustále efektívne zmeny rýchlosti otáčania motora.
- Inverter je zariadenie, ktoré možno použiť na ZAP/VYP otáčania motora.

Hodnotenie

Späť

Motory používané v priemyselných invertoroch

Vyberte typ motora používaného v priemyselných invertoroch.

- Jednosmerný motor
- Jednofázový indukčný motor
- 3-fázový (indukčný) motor s kotvou nakrátko
- Synchronný servomotor

Hodnotenie

Späť

## Rýchlosť otáčania trojfázového motora

Vyplňte prázdne miesta označené zátvorkami v nižšie uvedených vetách vhodnými výrazmi z vysvetlenia použitia invertora na ovládanie rýchlosti otáčania motora.

Rýchlosť otáčania trojfázového motora je priamo úmerná  a nepriamo úmerná

motora.

V invertore sa z dvoch zadaných vlastností riadi otáčanie motora ľubovoľnou zmenou .



Krútiaci moment generovaný motorom

Vyplňte prázdne miesta v uvedenom vzorci na výpočet veľkosti krútiaceho motoru generovaného motorom vhodnými výrazmi.

Menovitý krútiaci moment,  $T_m =$

9550 x  /  (Nm)

Hodnotenie

Späť

### Praktické aplikácie inverterov

Vyberte správne tvrdenie alebo tvrdenia spomedzi vysvetlení riadenia objemu a prietoku prúdiaceho vzduchu (správne môžu byť viaceré možnosti).

- Na zníženie objemového prietoku vzduchu sa rýchlosť otáčania motora musí zvýšiť.
- Na zníženie objemového prietoku vzduchu sa rýchlosť otáčania motora musí znížiť.
- Pri nízkom objeme vzduchu sa šetrí energia.
- Objemový prietok vzduchu nemá vplyv na spotrebu energie.

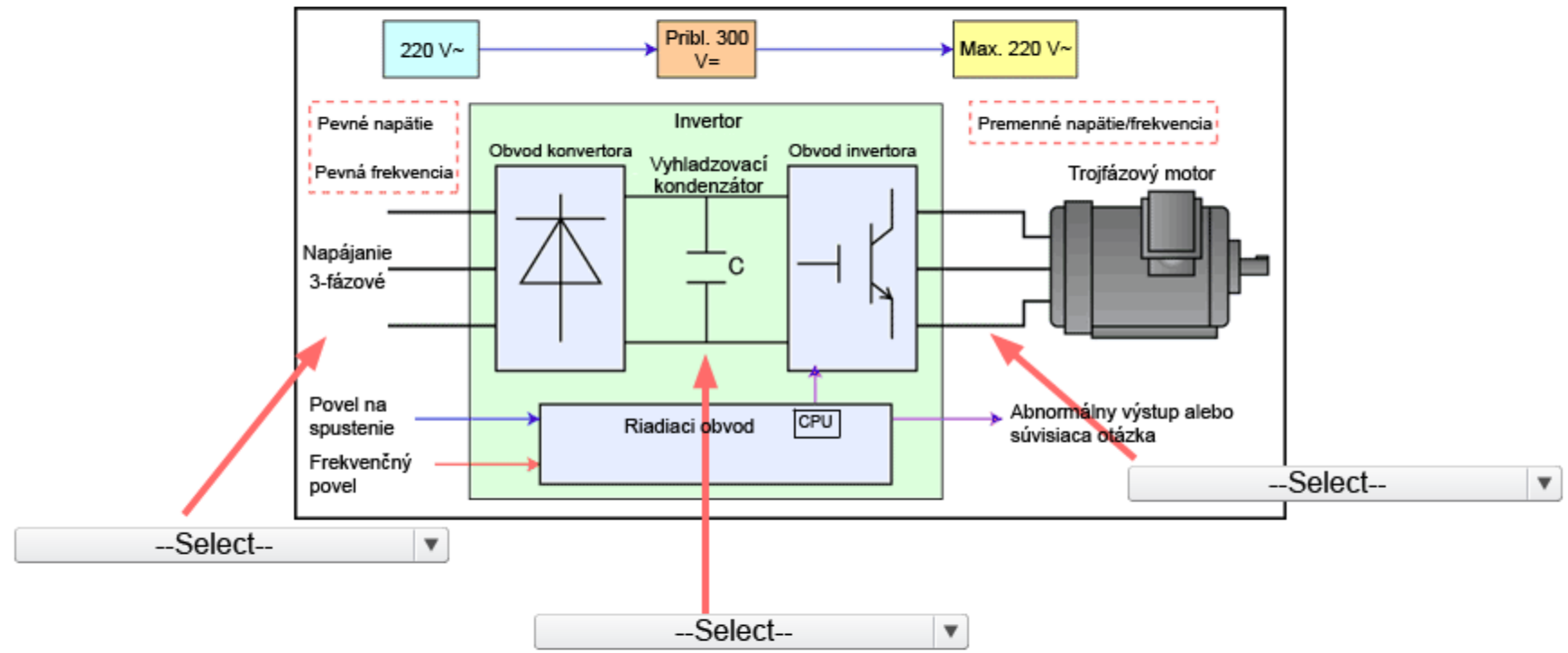
Hodnotenie

Späť

# Test Závěrečný test 6

## Vnútorná konštrukcia invertora

Vyplňte prázdne miesta vo vysvetlení vnútornej konštrukcie invertora vhodnými výrazmi.



Hodnotenie Späť

Obvod slúžiaci na prevod zo striedavého na jednosmerné napätie vnútri invertora

Vyberte si príslušný obvod z vysvetlenia obvodov používaných na konverziu striedavého napätia na jednosmerné napätie.

--Select--

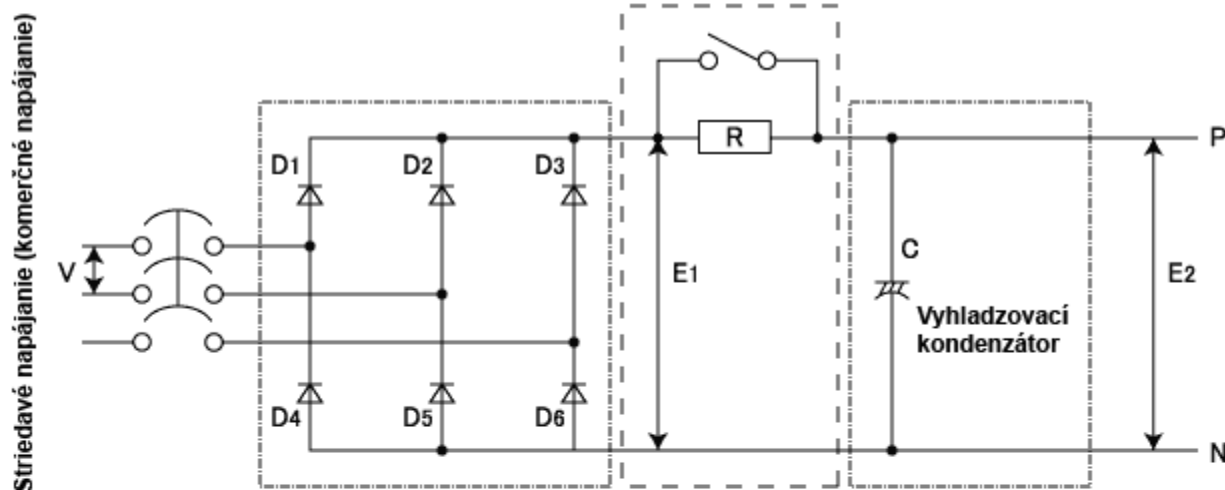
Napätie napájacieho zdroja sa usmerňuje a prekonvertuje na jednosmerné napätie.

--Select--

Z usmerneného jednosmerného napätia sa odstránia zložky impulzového zvlnenia.

--Select--

Pri zapnutí napájania je zabránené vzniku vysokého nárazového prúdu v obvode.



Hodnotenie

Späť

Obvod slúžiaci na prevod z jednosmerného na striedavé napätie vnútri invertora

Vyberte správne tvrdenie z vysvetlení konverzie jednosmerného na striedavé napätie.

- Jednosmerné napätie sa zapína a vypína kontaktmi relé.
- Jednosmerné napätie sa zapína a vypína pomocou polovodičových komponentov (tranzistorov a pod.).
- Jednosmerné napätie sa zapína a vypína pomocou vyhladzovacích kondenzátorov.

Hodnotenie

Späť

Táto metóda sa používa na konverziu na striedavé napätie s premennou frekvenciou

Vyplňte prázdne miesta vhodnými výrazmi z vysvetlenia, ako vytvoriť striedavé napätie s premennou frekvenciou.

Frekvencia sa zmení riadením  ZAP/VYP pre prepínače.

Výstupné napätie sa zmení riadením  ZAP/VYP pre prepínače.

### Výhody používania invertorov

Vyberte položky súvisiace s výhodami používania invertorov v zariadeniach.

--Select--

Invertory môžu byť použité na zníženie nákladov na energiu úpravou objemu prúdiaceho vzduchu a prietokom.

--Select--

Vďaka použitiu invertorov odpadá potreba v mechanizmoch zmeny rýchlosti, ako sú remeňové prevody.

--Select--

Invertory sa môžu použiť na zmiernenie nárazových zmien pri spúšťaní/vypínaní zariadenia.

--Select--

Invertory sa môžu používať v zariadeniach s už existujúcimi motormi.

Hodnotenie

Späť



Absolvovali ste záverečný test. Rozsah výsledkov je nasledovný.  
Záverečný test ukončíte prechodom na ďalšiu stranu.

Správne odpovede: 10

Celkom otázok: 10

Percento: 100%

Pokračovať

Kontrola

**Gratulujeme. Absolvovali ste test.**

Absolvovali ste kurz **Zariadenia FA pre začiatočníkov (invertory)**.

Ďakujeme vám za absolvovanie tohto kurzu.

Dúfame, že lekcie sa vám páčili a že informácie, ktoré ste získali v tomto kurze, budú užitočné pri konfigurovaní systémov v budúcnosti.

Kurz si môžete prejsť toľkokrát, koľkokrát budete chcieť.

**Hodnotenie**

**Zatvoriť**